

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11)

EP 1 058 409 A1



(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
06.12.2000 Patentblatt 2000/49

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: H04B 7/185, H04B 10/10

(21) Anmeldenummer: 00107837.7

(22) Anmeldetag: 12.04.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 03.06.1999 CH 104199

(71) Anmelder: Contraves Space AG  
8052 Zürich (CH)

(72) Erfinder: Pribil, Klaus Dr.

8152 Glattbrugg (CH)

(74) Vertreter:

Hotz, Klaus, Dipl.-El.-Ing./ETH  
Patentanwalt  
c/o OK pat AG  
Hinterbergstrasse 36  
Postfach 5254  
6330 Cham (CH)

### (54) Netz und Verfahren zur drahtlosen Datenkommunikation mittels Flugrelaisstationen

(57) Das Datenkommunikationsnetz besteht im wesentlichen aus ortsfesten Boden- oder bodennahen Stationen (61) und ortsfreien Flugobjekten (11;12), die zusammen über drahtlose Datenverbindungen (71;72) verbunden sind. Das erfindungsgemäße Konzept beruht auf einer unterbrechungsfreien optischen Laserkommunikation zwischen verschiedenen Flugobjekten (11;12), die typischerweise über der Wolkengrenze (41) operieren. Diese laseroptischen Datenverbindungen bieten ein Höchstmaß an Abhörsicherheit und lassen sich zudem vorteilhafterweise sehr schnell aufbauen

bzw. verändern. Da die einzelnen Flugobjekte in weiten Grenzen unabhängig voneinander operieren, kann eine maximale Autonomie des Kommunikationsnetzes garantiert werden. Insbesondere kann dadurch das Datenkommunikationsnetz sehr schnell rekonfiguriert und so an eine Veränderung angepaßt werden. Durch den Einsatz von zusätzlichen Flugobjekten läßt sich zudem eine Redundanz und somit eine größere Flexibilität in der Topologie des Datenkommunikationsnetzes erzeugen.

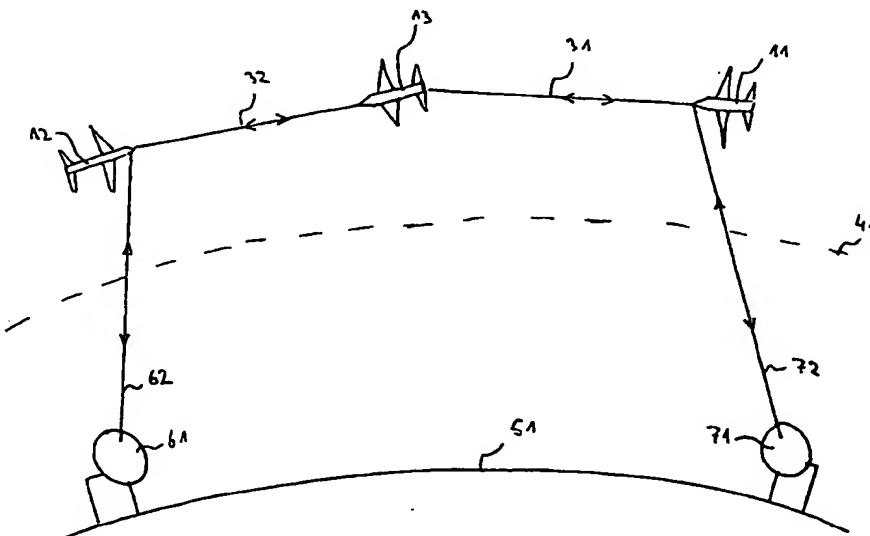


Fig. 2

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein drahtloses Datenkommunikationsnetz gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und ein Verfahren zum Betreiben des Datenkommunikationsnetzes gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruch 9.

[0002] Bei drahtlosen Datenkommunikationsnetzen werden die zu übertragenden Daten bekanntermaßen ohne Zwischenschaltung eines Leitungsmediums, wie zum Beispiel eines elektrischen Leiters oder einer Glasfaser, übertragen. Die zu übertragenden Daten werden hier mittels geeigneter modulierter elektromagnetischer oder optischer Wellen übermittelt.

[0003] Datenübertragungsverfahren mittels hochfrequenter elektromagnetischer Wellen sind vielfach bekannt und werden heutzutage insbesondere in der Telekommunikation eingesetzt. Zum Beispiel lassen sich Telefongespräche aus dem Festnetz oder Mobilfunknetz über hochfrequente Richtfunkverbindungen extraterrestrisch über kurze bis mittlere Strecken übermitteln. Darüber hinaus wird dieses Datenübertragungsverfahren seit etwa 20 Jahren sehr erfolgreich dazu verwendet, Informationen via Satelliten über weite Strecken zu übermitteln. Die Satellitenübertragung wird derzeit insbesondere zur Übertragung von Radio- und Rundfunkfrequenzen aber auch für interkontinentale Telefonverbindungen benutzt.

[0004] Drahtlose optische Datenübertragungsverfahren arbeiten mit datenmodulierten Laserimpulsen. Im Vergleich zu hochfrequenten Richtfunkverbindungen erweisen sich die optischen Freiraumverbindungen zur Datenübertragung aus vielerlei Gründen als sehr vorteilhaft. So lässt sich ein optischer Laserstrahl dank seiner extrem kurzen Wellenlänge sehr leicht mit einer relativ kleinen Sendeoptik und damit mit sehr kleinem Raumwinkel abstrahlen. Durch diese gute Fokussierbarkeit des Laserstrahls können bei der optischen Datenübertragung im Gegensatz zur oben genannten Richtfunkübertragung sehr kleine Sendestationen und Empfangsantennen zum Einsatz kommen. Mit diesen minimalisierten optischen Antennen lassen sich mit einer minimalen Sendeleistung weit größere Datenraten übertragen, als dies beispielsweise bei der Datenübertragung mittels Richtfunk bei gleicher Sendeleistung möglich wäre. Schließlich weisen optische Datenübertragungsverfahren vorteilhafterweise nahezu kein Hintergrundrauschen auf.

[0005] Die gute Fokussierbarkeit bzw. Bündelbarkeit des optischen Sendestrahls erfordert jedoch eine äußerst präzise Bestimmung der Richtung des Sendestrahls in der Sendestation sowie eine exakte Nachführung und Ausrichtung der Empfangsoptik in der Empfängerstation. Darüber hinaus ergibt sich insbesondere in der optischen Freiraum-Datenkommunikation das Problem, dass mindestens eine dieser Stationen frei im Raum beweglich angeordnet ist, was ein Vorhalten des optischen Laserstrahls auf die Emp-

fängeroptik notwendig macht. Ein Verfahren und eine Anordnung zum unterbrechungsfreien Betrieb von optischen Datenverbindungen zwischen Satelliten, bei dem zur Datenübertragung zwischen den jeweiligen Satelliten ein Laserstrahl zum Einsatz kommt, ist in der EP 0 876 013 A1 beschrieben.

[0006] Neben einer hohen Datenübertragungsrate, einem möglichst geringen Energieverbrauch von Sende-/Empfängerstationen und einer möglichst rauschfreien Datenübertragung sind insbesondere in der militärischen Luft- und Raumfahrttechnik noch zusätzliche Anforderungen an gattungsgemäße Datenkommunikationsnetze gestellt:

15 Insbesondere für die militärische Aufklärung bzw. der Informationsübermittlung in Krisen- oder Kriegsgebieten müssen die dort verwendeten Datenkommunikationsnetze ein Höchstmaß an Abhörsicherheit und Störsicherheit der Datenübertragung gewährleisten. Zwar gibt es in solchen Krisen- oder Kriegsgebieten in der Regel ein existierendes Kommunikationsnetzwerk, doch soll dieses aus Gründen einer mangelnden oder fehlenden Abhörsicherheit gerade nicht verwendet werden. Bislang wurde daher als naheliegende Lösung ein satellitengestütztes Datenkommunikationsnetz verwendet, bei dem die zu übermittelnden Daten von einer bodengestützen oder flugzeuggestützen Sendestation via Satelliten zur Empfängerstation übermittelt werden. Die Datenübertragung erfolgt hier über Funksignale. Es hat sich jedoch gezeigt, dass dieses Datenübertragungsverfahren nicht hundertprozentig abhörsicher ist und zudem unerwünschterweise von Dritten gestört bzw. unterbrochen werden kann.

30 [0007] Von entscheidender Bedeutung ist es ferner, dass ein möglichst abhörsicheres Kommunikationsnetzwerk sehr schnell und mit verhältnismäßig einfachen Mitteln aufgebaut werden kann. Dieses Kommunikationsnetzwerk sollte nahezu unabhängig von der existierenden Infrastruktur betreibbar sein. Darüber hinaus kann beispielsweise eine Veränderung der Lage es erforderlich machen, dass der Aufbau des Datenkommunikationsnetzes verändert werden muß, was eine gewisse Flexibilität der verwendeten Netzwerktopologie wünschenswert macht.

35 [0008] Ein derartiges Datenkommunikationsnetz, dass all die genannten Anforderungen erfüllt, konnte bislang nicht befriedigend realisiert werden.

40 [0009] Ausgehend davon ist an die vorliegende Erfindung die Aufgabe gestellt, eine universell einsetzbares, weitestgehend abhörsicheres und störsicheres Datenkommunikationsnetz bereitzustellen, das zudem zur Datenübertragung mit hoher Informationsdichte geeignet ist. Ferner soll ein Verfahren zum Betreiben dieses Datenkommunikationsnetzes bereitgestellt werden.

[0010] Die anordnungsbezogene Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Datenkommunikationsnetz mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0011] Demgemäß ist ein drahtloses Datenkommunikationsnetz vorgesehen, mit mindestens zwei ortsveränderlichen Flugobjekten, die sich in einem gemeinsamen, eingeschränkten Bereich in der Erdatmosphäre oder in erdatmosphärnaher Entfernung zur Erdoberfläche befinden, mit mindestens einer optischen Transceiverstation in jedem Flugobjekt, die jeweils unterbrechungsfrei über erste drahtlose Datenverbindungen, die zumindest teilweise als laseroptische Datenverbindungen ausgebildet sind, miteinander koppelbar sind, mit mindestens einer ortsfesten Boden- oder bodennahen -Station, die jeweils mit mindestens einer Transceiverstation über zweite drahtlose Datenverbindungen koppelbar sind.

[0012] Die verfahrensbezogene Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Betreiben des Datenkommunikationsnetzes mit den Merkmalen des Patentanspruchs 9 gelöst.

[0013] Demgemäß ist ein Verfahren zum Betreiben eines Datenkommunikationsnetzes vorgesehen, das folgenden Verfahrensschritten aufweist:

- (a) Zwischen mindestens zwei jeweils in Flugobjekten angeordneten Transceiverstationen erfolgt über die ersten Datenverbindungen ein Datentransfer, wobei für den Datentransfer zumindest abschnittsweise ein optisches Lasersignal verwendet wird.
- (b) Zwischen mindestens einer Transceiverstation und einer Boden- oder bodennahen Station erfolgt dann über die zweiten Datenverbindungen ein drahtloser Datentransfer, bei dem ein Datensignal von der jeweiligen Transceiverstation empfangen wird und/oder zu der entsprechenden Transceiverstation gesendet wird.

[0014] Die Unteransprüche sind auf bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung gerichtet.

[0015] Die vorliegende Erfindung beschreibt ein optisches Datenkommunikationsnetz, das auf ortsfeste Boden- oder bodennahe -Stationen und ortsfreien Flugobjekten basiert, die zusammen über drahtlose Datenverbindungen verbunden sind und somit ein über weite Bereiche frei konfigurierbares Kommunikationsnetzwerk bilden. Dieses Datenkommunikationsnetz erfüllt die eingangs genannten, an eine Datenkommunikation insbesondere in Krisen- oder Kriegsgebieten gestellten Anforderungen und erlaubt eine elektrisch rückwirkungsfreie Verknüpfung der Eingangs- und Ausgangssignale des Datenkommunikationsnetzes.

[0016] Das vorgeschlagene Konzept basiert im wesentlichen auf einer unterbrechungsfreien optischen Laserkommunikation zwischen verschiedenen Flugobjekten, die über der Wolkengrenze operieren. Diese laseroptischen Datenverbindungen bieten ein Höchst-

maß an Abhörsicherheit und lassen sich zudem vorteilhafterweise sehr schnell aufbauen bzw. verändern. Dieses Datenkommunikationsnetz, das in Konkurrenz zu satellitengestützen Kommunikationsnetzen steht, lässt sich im Gegensatz dazu mit verhältnismäßig einfachen und kostengünstigen Mitteln installieren. Für den Aufbau eines solchen Datenkommunikationsnetzes sind neben den ohnehin vorhandenen Boden- oder bodennahen -Stationen lediglich mindestens zwei Flugobjekte erforderlich. Da die einzelnen Flugobjekte, die jeweils die Netzwerkknoten des Datenkommunikationsnetzes darstellen, in weiten Grenzen unabhängig voneinander operieren können, kann eine maximale Autonomie der Netzwerkknoten garantiert werden. Insbesondere kann dadurch das Datenkommunikationsnetz sehr schnell rekonfiguriert und so an eine Veränderung angepasst werden. Durch den Einsatz von zusätzlichen Flugobjekten lässt sich zudem eine Redundanz und somit eine größere Flexibilität in der Topologie des Datenkommunikationsnetzes erzeugen.

[0017] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden im folgenden durch zwei Ausführungsbeispiele erläutert. Die Erfindung wird dabei nachfolgend anhand der in den Figuren der Zeichnung angegebenen Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigt dabei:

**Fig. 1** ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Datenkommunikationsnetzes;

**Fig. 2** ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Datenkommunikationsnetzes,

**Fig. 3** ein Diagramm, das die maximalen Streckenabstände in Abhängigkeit von der Wolkengrenze und der Flughöhe der Flugzeuge angibt.

[0018] In allen Figuren der Zeichnung sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0019] Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen, aus Flugzeugen aufgebauten Datenkommunikationsnetzes. In Figur 1 sind mit 11, 12 zwei in großer Höhe fliegende Flugzeuge dargestellt. In beiden Flugzeuge 11, 12 ist jeweils eine optische Transceiverstation 21, 22 eingebaut. Die Transceiverstationen 21, 22 sind über eine optische Datenverbindung 31 direkt miteinander gekoppelt. Ferner ist eine an der Erdoberfläche 51 angeordnete Basisstation 61 vorgesehen, die im vorliegenden Ausführungsbeispiel mit einem Flugzeug 21 über ein weitere Datenverbindung 71 verbunden ist.

[0020] Wesentlich für diese Kopplung der Transceiverstationen 21, 22 ist eine unterbrechungsfreie optische Datenverbindung 31. Aus diesem Grund sind im vorliegenden Beispiel die beiden Flugzeuge 11, 12 und

die diese verbindende Datenverbindung 31 oberhalb der Wolkengrenze 41 angeordnet. Dabei wurde die Flughöhe der Flugzeuge mit d3, die Abstände der Flugzeuge zueinander mit d1 und die Wolkenhöhe mit d2 angegeben.

[0021] Die Transceiverstationen 21, 22 können zum bidirektionalen oder unidirektionalen Datentransfer, das heißt zum Senden und/oder zum Empfangen von optisch modulierten Daten ausgelegt sein, wobei die zu sendenden Daten in Form eines breitbandigen Laserstrahles moduliert werden. Die optische Sendeinheit einer zum Senden ausgelegten Transceiverstation 21, 22 enthält Mittel zum optischen Senden der Daten, eine Lasereinheit und einen optischen Ausgangsverstärker. Eine optische Empfangseinheit einer zum Empfangen ausgelegten Transceiverstation 21, 22 weist in der Regel einen Empfangsverstärker und Mittel zum optischen Datentransfer auf. Ferner weisen die Transceiverstationen 21, 22 Mittel zur Positionsstabilisierung sowie Mittel zur Nachführung des optischen Strahls auf. Dadurch kann gewährleistet werden, dass bei geringfügigen Vibratoren bzw. Relativbewegungen der Transceiverstationen 21, 22 gegeneinander eine unterbrechungsfreie Datenverbindung 31 gewährleisten wird. Die optische Sende- und Empfangseinrichtungen einer Transceiverstation 21, 22 sind vorteilhafterweise im Raum frei schwenkbar gelagert, so dass sie mit ebenfalls frei beweglichen anderen Transceiverstationen 21, 22 unterbrechungsfreie Datenverbindungen 31 aufbauen können.

[0022] Der Aufbau und die Funktionsweise solcher Transceiverstationen ist in der EP 0 847 150 A1 und in der EP 0 863 627 A1 genau beschrieben. Der Inhalt dieser Patentanmeldungen wird hiermit vollinhaltlich in den Gegenstand der vorliegenden Patentanmeldung mit einbezogen ("incorporated by reference").

[0023] Nachfolgend wird die Funktionsweise des Datenkommunikationsnetzes aus **Figur 1** kurz beschrieben.

[0024] Das erste Flugzeug 11 hält sich im gezeigten Beispiel über einem Teilabschnitt 52 der Erdoberfläche auf, während das zweite Flugzeug 12 sich über einem von dem Teilabschnitt 52 weit entfernten Bereich aufhält. Der Teilabschnitt 52 kann beispielsweise ein Krisen- oder Kriegsgebiet sein, über das das erste Flugzeug 11 zum Zwecke der Luftaufklärung fliegt. Die aus dieser Luftaufklärung gewonnenen Daten werden über einen breitbandigen, datenmodulierten Laserstrahl 31 von der ersten Transceiverstation 21 zur zweiten Transceiverstation 22 im zweiten Flugzeug 12 gesendet. Mit diesem breitbandigen Laserstrahl lassen sich vorteilhafterweise Datenübertragungsraten weit über 100Mbit/sec übertragen. Die datenmodulierten Laserstrahlen weisen einen minimalen Streuwinkel auf und verhindern somit eine unerwünschte Abstrahlung. Durch diese Art der Datenübermittlung kann sichergestellt werden, dass zumindest über dem Teilabschnitt 52 eine abhörsichere und störsichere Datenübermittlung

stattfindet.

- [0025] Vom zweiten Flugzeug 12 können die demodulierten Daten über die weitere Datenverbindung 71 zur Boden- oder bodennahen Station 61 gesendet werden. Die Datenübermittlung über die weitere Datenverbindung 71 kann über Funksignale erfolgen, da sich die Bodenstation im gezeigten Fall weit außerhalb des Teilabschnittes 52 befindet und sich hier somit eine reduzierte Anforderung an die Störsicherheit bzw. 5 Abhörsicherheit der Datenübertragung ergibt. Es wäre jedoch auch hier eine optische Datenübertragung zwischen Flugzeug 11 und der Boden- oder bodennahen Station 61 denkbar.

- [0026] **Figur 2** zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Datenkommunikationsnetzes. Es sind hier drei Flugzeuge 11, 12, 13 vorgesehen, deren Transceiverstationen (in **Figur 3** nicht eingezeichnet) jeweils über Datenverbindungen 31, 32 miteinander verbunden sind. Zusätzlich sind zwei Bodenstationen (oder bodennahe Stationen) 61, 62 dargestellt, die jeweils mit einem der Flugzeuge 11, 12 über weitere Datenverbindungen 71, 72 verbunden sind. Im gezeigten Beispiel gemäß **Figur 2** lässt sich dadurch ein geschlossenes Datenkommunikationsnetz erzeugen, bei dem eine vollständig abhörsichere und störsichere Datenkommunikation zwischen zwei Bodenstationen 61, 62 über sehr weite Strecken möglich ist.

- [0027] Die **Figuren 1** und **2** lassen erkennen, dass sich beliebige erfindungsgemäße Datenkommunikationsnetze erzeugen lassen, indem eine beliebige Anzahl von Flugzeugen 11, 12, 13 und Bodenstationen 61, 62 über laseroptische Datenverbindungen geeignet gekoppelt werden.

- [0028] Wie bereits erwähnt ist eine unterbrechungsfreie optische Datenverbindungen 31, 32 essentiell für die Funktionsweise des Datenkommunikationsnetzes. Eine über weite Strecken unterbrechungsfreie optische Verbindung lässt sich typischerweise, jedoch 40 nicht notwendigerweise, oberhalb der Wolkengrenze 41 sicherstellen. Aus diesem Grund müssen die über Datenverbindungen 31, 32 miteinander verbundenen Flugzeuge 11, 12, 13 mindestens so hoch fliegen, dass die entsprechende Datenverbindung 31, 32 zwischen ihnen zuverlässig über der Wolkengrenze 41 angeordnet sind ( $d_4 > d_2$ ).

- [0029] **Figur 3** zeigt ein Diagramm, welches die maximalen Streckenabstände ( $d_1$ ) zwischen zwei Flugzeugen als Funktion der Flughöhe ( $d_3$ ) und der Wolkengrenze ( $d_2$ ) angibt. Es zeigt sich, dass bei einer angenommenen Wolkengrenze von 12 km und einer Flughöhe von 16 km sich eine maximale Streckenlänge zwischen den Flugzeugen von etwa 500 km ergibt, während bei einer Flughöhe von 30 km sich die freie Streckenlänge nahezu verdoppelt.

- [0030] In den **Figuren 1** und **2** wurden zur Realisierung des erfindungsgemäßen Datenkommunikationsnetzes solche Flugzeuge 11, 12, 13 verwendet, die für

den Flug in großer Höhe ausgelegt sind. Solche in der Regel düsenbetriebenen Höhenflugzeug weisen eine zumeist weit über der maximalen Wolkengrenze liegende Dienstgipfelhöhe auf. In jedem Fall sollten aber die Flugzeuge zumindest eine Flughöhe von mehr als 12000 m aufweisen. Statt der Verwendung von Flugzeugen wäre es auch denkbar Fesselballone zu verwenden. Mit Fesselballonen lassen sich sehr hohe Flughöhen bis in die Stratosphäre erreichen. Diese können selbstverständlich auch als sogenannte unbemannte Drohnen ausgebildet sein, wie sie häufig in Krisengebieten zu Aufklärungszwecken eingesetzt werden.

#### Bezugszeichenliste:

[0031]

11, 12, 13	Flugzeug, Flugobjekt
21, 22	Transceiverstation
31, 32	(optische) Datenverbindung
41	Wolkengrenze
51	Erdoberfläche
52	Teilabschnitt auf der Erdoberfläche
61, 62	Basisstation
71, 72	weitere Datenverbindung

#### Patentansprüche

1. Drahtloses Datenkommunikationsnetz

- mit mindestens zwei ortsveränderlichen Flugobjekten (11, 12, 13),

die sich in einem gemeinsamen, eingeschränkten Bereich in der Erdatmosphäre oder in erdatmosphärnaher Entfernung zur Erdoberfläche (51) befinden,

- mit mindestens einer optischen Transceiverstation (21, 22) in jedem Flugobjekt (11, 12, 13),

die jeweils unterbrechungsfrei über erste drahtlose Datenverbindungen (31, 32), die zumindest teilweise als laseroptische Datenverbindungen ausgebildet sind, miteinander koppelbar sind,

- mit mindestens einer ortsfesten Boden- oder bodennahen Station (61, 62),

die jeweils mit mindestens einer Transceiverstation (21, 22) über zweite drahtlose Datenverbindungen (71, 72) koppelbar sind.

2. Datenkommunikationsnetz nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet, dass*

mindestens eine der Transceiverstationen (21, 22) zum bidirektionalen Datentransfer ausgelegt ist und zu diesem Zweck eine optische Empfängereinheit und eine optische Sendeeinheit aufweist,

wobei die optische Sendeeinheit Mittel zur optischen Datenmodulation, eine Lasereinheit und einen optischen Ausgangsverstärker aufweist und

wobei die optische Empfängereinheit einen Empfangsverstärker und Mittel zur optischen Datendemodulation aufweist.

3. Datenkommunikationsnetz nach Anspruch 1 oder 2, *dadurch gekennzeichnet, dass*

mindestens eine der Transceiverstationen (21, 22) im Raum derart frei schwenkbar gelagert ist, dass diese Transceiverstationen (21, 22) mit beliebigen anderen Transceiverstationen (21, 22) über erste Datenverbindungen (31, 32) koppelbar ist.

25 4. Datenkommunikationsnetz nach Anspruch 2 oder 3, *dadurch gekennzeichnet, dass*

die jeweils über die ersten Datenverbindungen (31, 32) miteinander gekoppelten Transceiverstationen (21, 22) Mittel zur Positionsstabilisierung und/oder Mittel zur Nachführung des optischen Strahls aufweisen, die bei geringfügigen Vibrationen und/oder Relativbewegungen der Transceiverstationen (21, 22) gegeneinander eine unterbrechungsfreie optische Datenverbindung (31, 32) gewährleisten.

5. Datenkommunikationsnetz nach einem der Ansprüche 2 bis 4, *dadurch gekennzeichnet, dass*

der Datentransfer über die ersten Datenverbindungen (31, 32) mittels eines breitbandigen Laserstrahls erfolgt.

6. Datenkommunikationsnetz nach einem der Ansprüche 2 bis 5, *dadurch gekennzeichnet, dass*

die Datenübertragungsrate des breitbandigen Laserstrahls zumindest einige, vorzugsweise 25 Mbit/sec, beträgt.

55 7. Datenkommunikationsnetz nach einem der Ansprüche 2 bis 6, *dadurch gekennzeichnet, dass*

es sich bei den Flugobjekten (11, 12, 13) um Höhenflugzeuge mit einer maximalen Flughöhe von mindestens 10'000 m handelt.

- 8. Datenkommunikationsnetz nach einem der einem der Ansprüche 2 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet, dass**

jeweils zwei über einen Datentransfer optisch miteinander gekoppelte Flugobjekte (11, 12, 13) im wesentlichen dieselbe Flughöhe aufweisen und dass die erste Datenverbindung (31, 32) zwischen diesen beiden Flugobjekten (11, 12, 13) bezogen auf die Erde jeweils oberhalb der Wolkengrenze (41) angeordnet ist.

10  
15

- 9. Verfahren zum Betreiben eines Datenkommunikationsnetzes nach einem der vorstehenden Ansprüche mit den folgenden Verfahrensschritten:**

20

(a) Zwischen mindestens zwei jeweils in Flugobjekten (11, 12, 13) angeordneten Transceiverstationen (21, 22) erfolgt über die ersten Datenverbindungen (31, 32) ein Datentransfer, wobei für den Datentransfer zumindest abschnittsweise ein optisches datenmoduliertes Lasersignal verwendet wird;

(b) Zwischen mindestens einer Transceiverstation (21, 22) und der Boden- oder bodennahen Station (61, 62) erfolgt dann über die zweiten Datenverbindungen (71, 72) ein drahtloser Datentransfer, bei dem ein Datensignal von der jeweiligen Transceiverstation (21, 22) empfangen wird und/oder zu der entsprechenden Transceiverstation (21, 22) gesendet wird, wobei die optische Sendeeinheit Mittel zur optischen Datenmodulation, eine Lasereinheit und einen optischen Ausgangsverstärker aufweist und die optische Empfängereinheit einen Empfangsverstärker und Mittel zur optischen Datendemodulation aufweist, und/oder wobei mindestens eine der Transceiverstationen (21, 22) im Raum derart frei schwenkbar gelagert ist, dass diese Transceiverstationen (21, 22) mit beliebigen anderen Transceiverstationen (21, 22) über erste Datenverbindungen (31, 32) koppelbar ist.

25

30

35

40

45

- 10. Datenübertragungsverfahren nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet, dass**

50

der Datentransfer im Verfahrensschritt (b) mittels datenmodulierter Lasersignale oder mittels gerichteten Funksignalen erfolgt.

55

- 11. Datenübertragungsverfahren nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet, dass**

im Verfahrensschritt (a) bei Bedarf weitere Flugobjekte (11, 12, 13) für die Datenübertragung herangezogen werden.

- 12. Drahtloses Datenkommunikationsnetz nach einem der Ansprüche 1 bis 8 oder Datenübertragungsverfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet, dass**

mindestens eines der Flugobjekte mit Mitteln zur Beobachtung der Erdoberfläche versehen ist, auch wenn die Flugobjekte über die Wolkengrenze fliegen und beim Vorhandensein von Wolken.

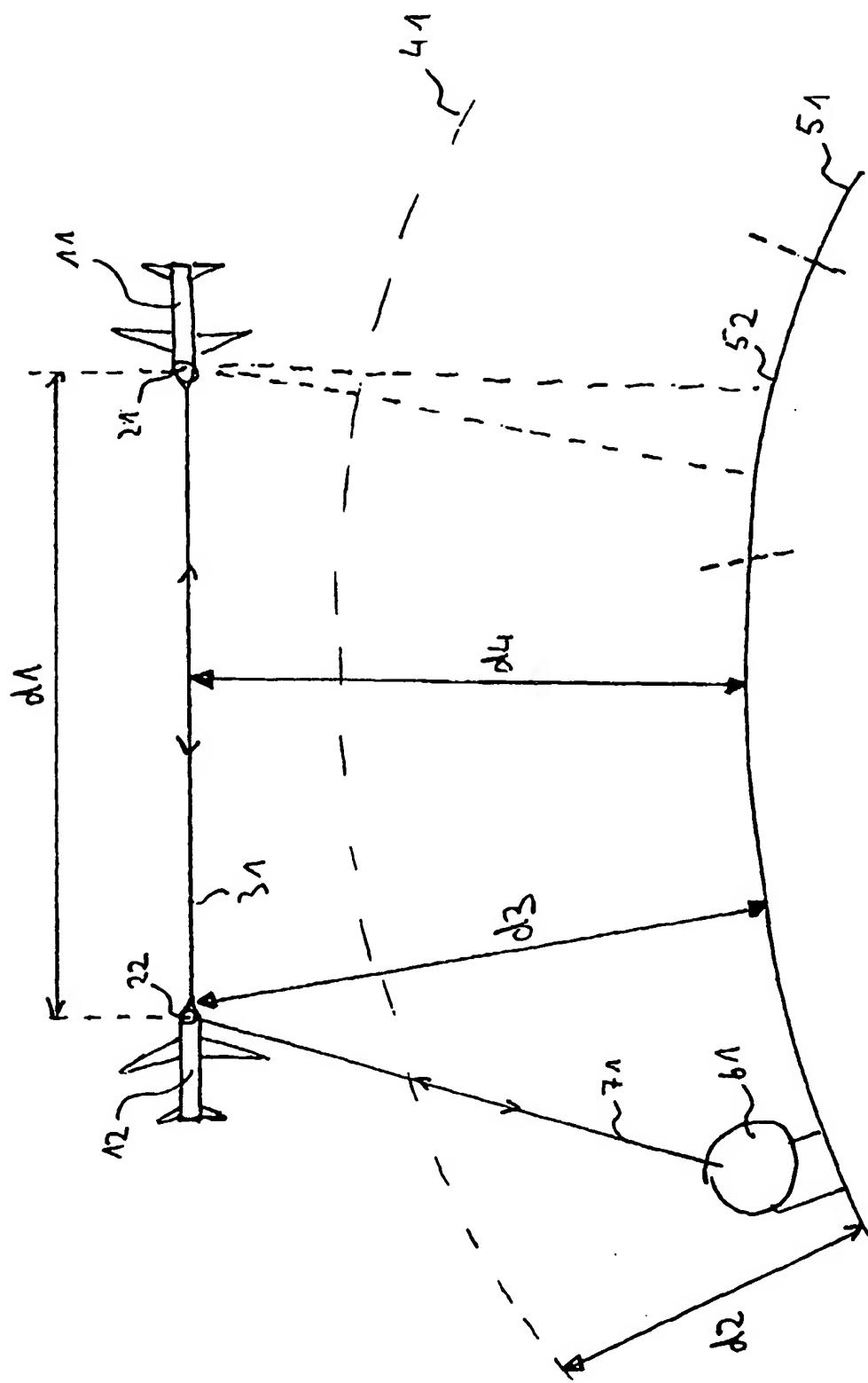


Fig. 1

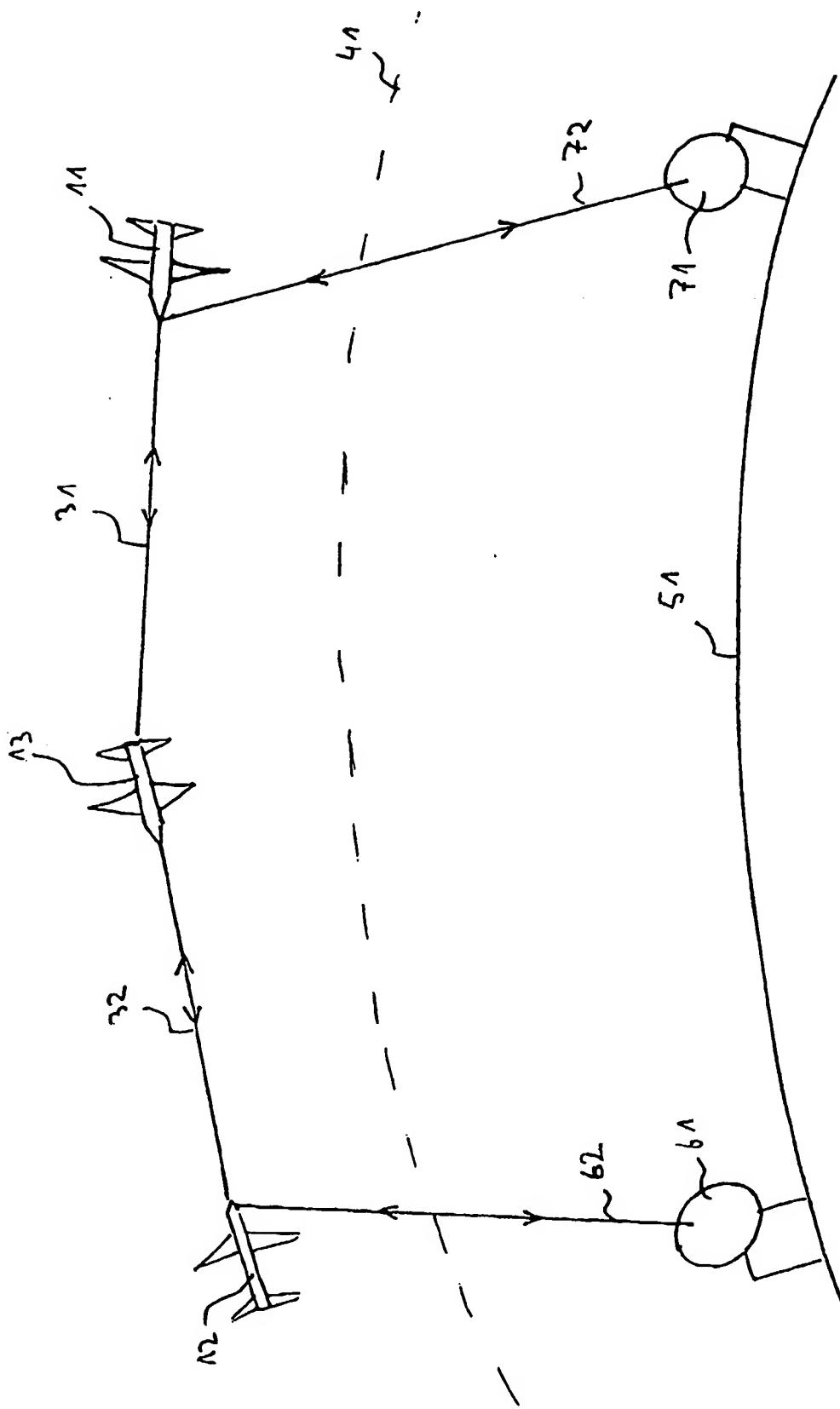


Fig. 2

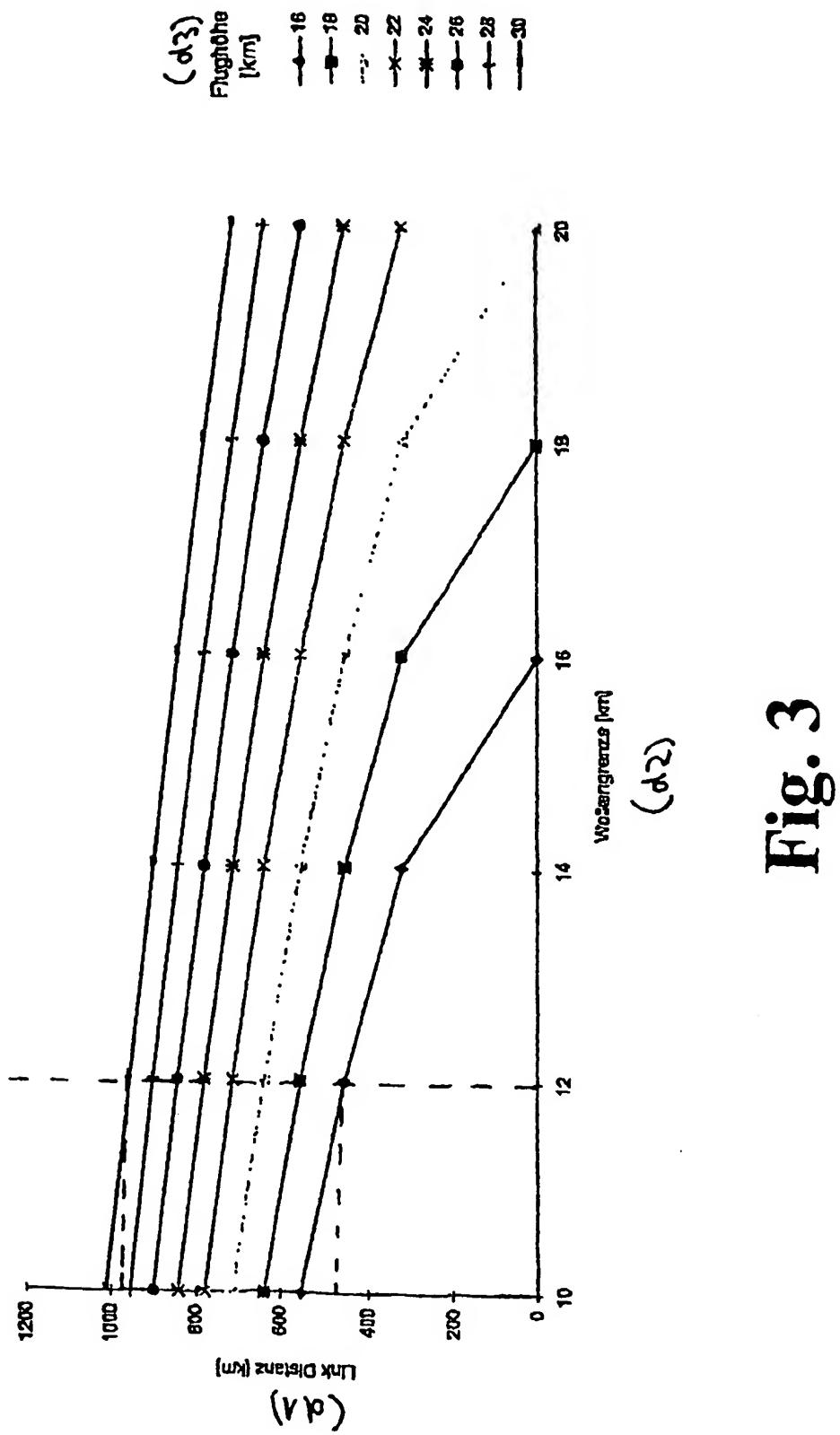


Fig. 3



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 00 10 7837

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrieb Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 837 567 A (BOEING CO) 22. April 1998 (1998-04-22)	1	H04B7/185 H04B10/10
A	* Seite 4, Zeile 56 – Seite 5, Zeile 28 * * Seite 5, Zeile 43 – Zeile 53 * * Seite 8, Zeile 20 – Zeile 28 * * Seite 10, Zeile 53 – Seite 11, Zeile 2 * * Abbildungen 1,2,4 *	4-11	
X	WO 97 33790 A (WONG ALFRED Y) 18. September 1997 (1997-09-18) * Seite 7, Zeile 12 – Zeile 19 * * Seite 11, Zeile 18 – Zeile 25 * * Abbildungen 3,6 *	1	
A		5,7,9,10	
A	GB 2 082 995 A (MCNULTY JOHN ANTHONY) 17. März 1982 (1982-03-17) * Seite 1, linke Spalte, Zeile 53 – Zeile 57 * * Seite 1, linke Spalte, Zeile 19 – Zeile 26 *	1,9	
A	US 3 742 358 A (CESARO R) 26. Juni 1973 (1973-06-26) * Abbildungen 1,2,4A * * Spalte 1, Zeile 47 – Zeile 67 *	1,3,9	H04B  RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	17. August 2000	Cochet, B	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : nichttechnische Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
P : Zertifikatliteratur	S : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 10 7837

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Daten des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Orientierung und erfolgen ohne Gewähr.

17-08-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0837567	A	22-04-1998		US 6018659 A JP 10150401 A		25-01-2000 02-06-1998
WO 9733790	A	18-09-1997		AU 5423096 A		01-10-1997
GB 2082995	A	17-03-1982		KEINE		
US 3742358	A	26-06-1973		DE 2327498 A FR 2234719 A GB 1431485 A		12-12-1974 17-01-1975 07-04-1976